

①

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-048039

(43)Date of publication of application : 23.02.1999

(51)Int.Cl.

B23H 1/02

(21)Application number : 09-227012

(71)Applicant : FANUC LTD

(22)Date of filing : 11.08.1997

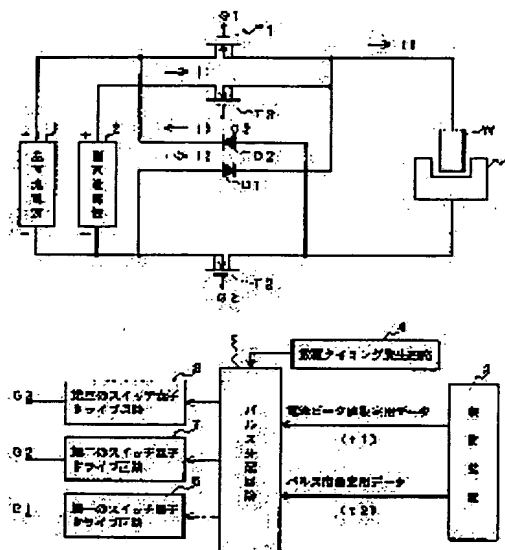
(72)Inventor : KURIHARA SEIKI  
MURAI MASAO  
SAKURAI AKIHIRO  
KAWAHARA AKIYOSHI

## (54) POWER SUPPLY DEVICE FOR ELECTRIC DISCHARGE MACHINING

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a power supply for electric discharge machining which can generated electric discharge machining current pulses having a steep rising and falling velocity and so excellent machining efficiency.

**SOLUTION:** When a dischargeable condition is generated, switching elements T2 and T3 are turned on, and from an auxiliary DC power supply 2 of low voltage an electric discharge machining current I0 is sent to between a workpiece W and an electrode P. Then a switching element T1 is turned on for a time width decided by the data for setting a current peak value. High voltage is impressed from a main DC power supply 1 so that the electric discharge machining current I0 increases with a steep rise. When the switching element T1 is turned off, the machining current I0 shows the peak value, which is held by the current fed from the auxiliary DC power supply 2. When the set pulse width has elapsed and the switching elements T2 and T3 are



turned off, the current due to the induction energy is fed back to the main DC power supply 1 through diodes D1 and D2, and the machining current falls steeply, when a rectangular machining current waveform will be obtained which ensures effective machining.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

01.09.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3347277

[Date of registration]

06.09.2002

[Number of appeal against examiner's decision]





1 が供給され加工電流10はそのピーク値が維持されて流れることとなる。そして、設定されたパルス幅設定用時間幅11が経過すると、第2、第3のスライディング素子T2、T3がオフになる。このとき、第3のスライディング素子T2、T3がオフになると、回路中のインダクタンスによって蓄積された誘導エネルギーにより、電流12、13がダイオードD1、被加工物W、電極P、ダイオードD2、主直流通電線1へと流れ帰還される。この時、電圧の高い主直流通電線1に帰還されることとなるから、この加工電流(12=13=10)の立ち下がり速度は急峻である。以下この動作を繰り返し実行し加工電流10が流れることとなる。

10 [0021]図4から明らかなように、加工パルス幅は第2、第3のスライディング素子T2、T3をオンさせるパルス幅設定用データ12によって決定されることとなる。電流のピーク値11は、第1のスライディング素子T1をオンさせる電流ピーク値設定用データ(11)によって決定することとなる。電流ピーク値と加工パルス幅の両方が極めて容易になる。また加工電流の立ち上がり立ち下がり速度を急峻にすることから、短矩形波の加工電流波形を得ることができ、加工効率を向上させることができる。

20 [0022]なお、上記実施形態では、第2、第3のスライディング素子T2、T3をオンさせた後、第1のスライディング素子T1を遅れてオンさせたが、必ずしも遅らせる必要もなく、同時に、又は第1のスライディング素子T1を先にオンさせてもよい。被加工物Wの材料等に合わせて遅れ又は遅れ時間を選択すればよい。

30 [0023]図2は、本発明の第2の実施形態の放電加工電源装置の回路図である。第1の実施形態と相違する点は、第3のスライディング素子T3の代わりにダイオードD3を設け、副直流通電線2のプラス側端子と被加工物W間に放電ダイオードD3を順方向に接続した点である。また第3のスライディング素子T3がなくなることから、第3のスライディング素子のドライバ回路8がなくなっている点で相違するのみであり、他は第1の実施形態と同様である。また図5はこの第2の実施形態における動作タイミングと放電電流(加工電流)の波形を示す図である。

40 [0024]第1の実施形態と同様に、放電タイミング発生回路4からタイミング信号が出力されると、パルス分転回路5はパルス幅設定用データ(12)によって設定されているパルス幅12のバルスを出力し、第2のスライディング素子T2を介して第2のスライディング素子T2を第5図(ロ)に示すようにオンとする。その結果、副直流通電線2からダイオードD3を介して被加工物W、電極P、第2のスライディング素子T2、副直流通電線2へと電流11(=10)が流れる電圧ポイントが確保される(図5ハ)。(二)参照)。この電流の立ち上がりは副直流通電線2の出力電圧が低いことから減やかであるが、続いて設定された遅れ時間においてパルス

分転回路5から電流ピーク値設定用データで設定された時間幅11のバルスが出力され、第1のスライディング素子T1をドライバ回路8を介して第1のスライディング素子T1をオンさせる(図5イ)参照)。その結果、高い電圧の主直流通電線1から電流が流れ始め被加工物Wと電極P間に電流11が流れる。図5ハに示すように加工電流10は急峻に立ち上がりで上昇する。

10 [0025]設定された時間幅11が経過して第1のスライディング素子T1がオフになると、加工電流10の上昇は停止し、上記期間には再び副直流通電線2からダイオードD3を介して電流11が供給され加工電流10(=11)はそのピーク値が維持されて流れることとなる。そして、設定されたパルス幅設定用時間幅12が経過して、第2のスライディング素子T2がオフになると、回路中のインダクタンスによって蓄積された誘導エネルギーによる電流12、13がダイオードD1、被加工物W、電極P、ダイオードD2、主直流通電線1へと流れ帰還される。この時、電圧の高い主直流通電線1に帰還されることとなるから、この加工電流(12=13=10)の立ち下がり速度は急峻である。以下この動作を繰り返し実行し加工電流10が流れることとなる。

20 [0026]この第2の実施形態においても、加工パルス幅はパルス幅設定用データ12によって決定することができ、電流のピーク値11は電流ピーク値設定用データ(11)によってそれぞれ独立して決定することができ、加工電流の立ち上がり立ち下がり速度を急峻にした短矩形波の加工電流波形を得ることができる。

30 [0027]図3は、本発明の第3の実施形態の放電加工電源の回路図である。また第6図はこの第3の実施形態における動作タイミングと放電電流(加工電流)の波形を示す図である。第2の実施形態と相違する点は、主直流通電線1と副直流通電線2が直列に接続されている点である。すなわち、副直流通電線2のプラス側端子が主直流通電線1のマイナス側端子と接続され、主直流通電線1のプラス側端子は第1のスライディング素子T1を介して被加工物Wに接続され、電極Pは第2のスライディング素子T2を介して副直流通電線2のマイナス側端子に接続されている。そして、副直流通電線2と主直流通電線1の接続点と被加工物W間に順方向にダイオードD1が接続され、主直流通電線1のプラス側端子と電極Pとの間にダイオードD2が逆方向に接続されている。他の構成は第2の実施形態と同様である。

40 [0028]放電タイミング発生回路4からタイミング信号が出力されると、パルス分転回路5はパルス幅設定用データ(12)によって設定されているパルス幅12のバルスを出力し、第2のスライディング素子T2を第5図(ロ)に示すようにオンとする。副直流通電線2からダイオードD1を介して被加工物W、電極P、第2のスライディング素子T2、副直流通電線2へと電流10が流れ帰還

\*D1に代えて第3のスライディング素子を設けてもよい。この場合には、ダイオードD1が誘導エネルギーを主直流通電線1へ帰還させる回路の一部を構成していたことから、誘導エネルギーを帰還させるために副直流通電線2のマイナス側端子と被加工物Wとの間にダイオードを逆方向に接続するようにすればよい。そして、上記第3のスライディング素子T2と同時にオンオフ制御すればよい。

10 [0031]この第3の実施形態においても、加工パルス幅はパルス幅設定用データ12によって決定することができ、電流のピーク値11は電流ピーク値設定用データ(11)によってそれぞれ独立して決定することができ、加工電流の立ち上がり立ち下がり速度を急峻にした短矩形波の加工電流波形を得ることができる。

20 [0032]表1は、被加工物Wの材料にSKD11、ワイヤ電極Pに直径0.2mmの真鍮ワイヤを使用し、本発明の放電加工電源装置によるワイヤ放電加工と、従来の放電加工電源装置によるワイヤ放電加工を行い、その性能を比較した表である。また、表2は、本発明の放電加工電源により、電流ピーク値を一定(210A)にして加工パルス幅を変化させ、ワイヤ放電加工を行ったときの性能比較表である。


(表1)

(0033)

(表1)

[0030]この第3の実施形態において、ダイオード\*

加工時:SKD11 厚さ0.5mm 電極:真鍮ワイヤ 直径0.2mm

電流の時間による波形	本発明による性能
電流ピーク値	350A
パルス幅	1.5μs
電流波形形状	
放電電圧	13kgf/cm <sup>2</sup>
加工電圧	40V
加工電流	5A
加工速度	87mm <sup>3</sup> /分
加工精度	2.4μm Rms

(表2)

(0034)

12

11  
加工機：SKD11 厚さ0.5mm  
加工速度：1000mm/min  
加工圧力：10kgf/cm<sup>2</sup>

電圧：電源電圧 電流：2.0A  
電圧ピーク値：2.10A

パルス幅 (μs)	加工速度 (mm/min)	電圧 (V)	電流 (A)
0.7	87	1.5	0.032
0.8	96	1.6	0.036
1.0	106	1.8	0.035
1.2	120	2.0	0.037
1.5	126	2.1	0.039

# 【0035】

【発明の効果】本発明は、放電加工電流のピーク値、及び加工パルス幅を簡単に設定することができると共に、立ち上がり、立ち下がり、立ち上がり立ち下がり時間が短く、ほぼ矩形波状の放電加工電流を得ることができ、放電加工効率を向上させることができる。加えて、放電加工機に加工電流を流すことができるので、熱衝撃性のクラックなどが入りやすい炭化タングステンなどの超硬材料や導電性セラミックスなどの材料を効率のよい加工で行うことができるようになった。ワイヤ放電加工機においては、特に加工面粗さに対する加工速度が従来に比べて著しく向上させることができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態の放電加工電源装置の回路図である。  
【図2】本発明の第2の実施形態の放電加工電源装置の回路図である。  
【図3】本発明の第3の実施形態の放電加工電源装置の回路図である。  
【図4】第1の実施形態における動作タイミングと放電電流（加工電流）の波形を示す図である。  
【図5】第2の実施形態における動作タイミングと放電電流（加工電流）の波形を示す図である。  
【図6】第3の実施形態における動作タイミングと放電電流（加工電流）の波形を示す図である。  
【図7】従来の放電加工電源装置の回路図である。  
【図8】従来の放電加工電源装置において直放電源の電\*

\*圧を上げたときの動作タイミングと放電電流の波形を示す図である。

【図9】従来の放電加工電源装置において直放電源の電圧を下げたときの動作タイミングと放電電流の波形を示す図である。

【図10】従来の放電加工電源装置において電流ピーク値調整用パルス幅と電流ピーク値、直放電源電圧の関係を示す図である。

【図11】従来の放電加工電源装置において直放電源の電圧を変更して、同一電流ピーク値を得るときの加工パルス幅の関係を示す図である。

【図12】加工パルス幅を調整できるように再生用直放電源を有する従来の放電加工電源装置の回路図である。

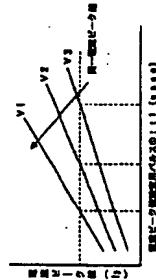
【図13】図12に示す従来の放電加工電源装置において再生用直放電源の電圧を上げた場合の動作タイミングと放電電流の波形を示す図である。

【図14】図12に示す従来の放電加工電源装置において再生用直放電源の電圧を下げた場合の動作タイミングと放電電流の波形を示す図である。

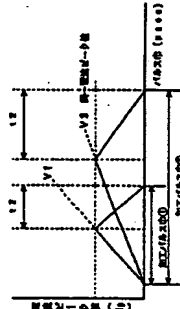
## 【符号の説明】

- 1 主直放電源
- 2 副直放電源
- T1、T2、T3 スイッチング素子
- D1、D2、D3 ダイオード
- W 被加工物
- P 電極

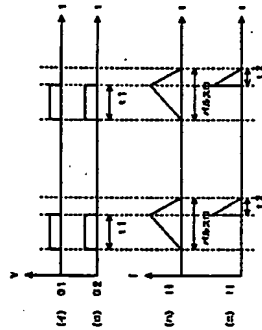
【図10】



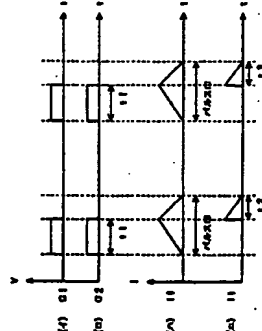
【図11】



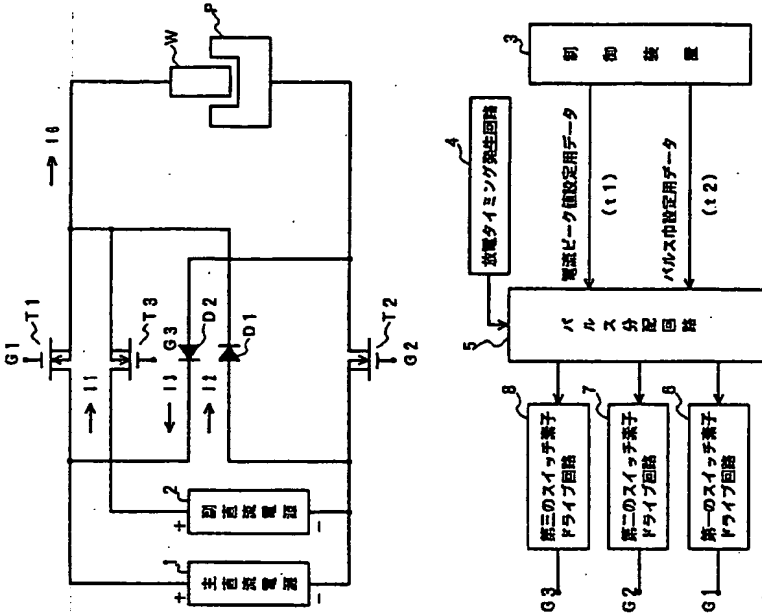
【図8】



【図9】

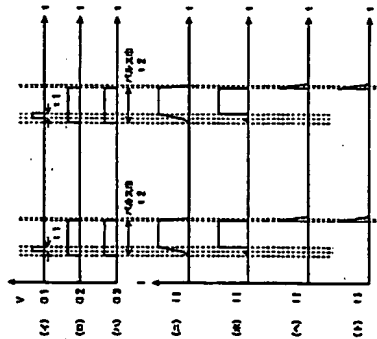


【図1】

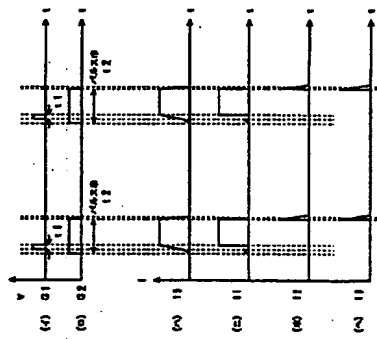




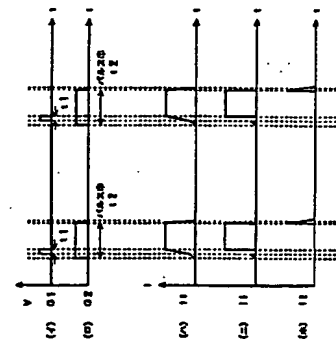
(図4)



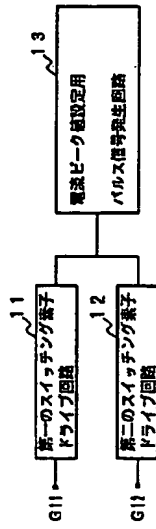
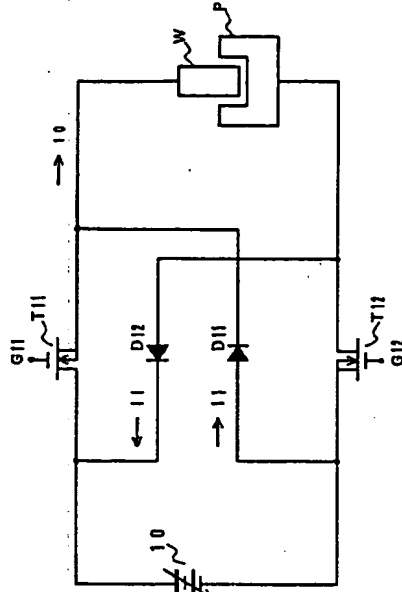
(図5)



(図6)



(図7)



【手続補正書】

【提出日】平成10年9月1日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項1

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項1】 主直流電源と、該主直流電源よりも出力電圧が低い副直流電源を備える放電加工機の放電加工電源装置において、上記主直流電源及び副直流電源より電流を流し、上記主直流電源より電圧を印加して放電電流を流し、主直流電源による電圧印加を停止した後は上記副直流電源より電圧を印加して放電電流を保持させ、副直流電源から電圧印加を停止した後、回路中に蓄積された副導エネルギーを上記主直流電源に帰還させるようにしたことを特徴とする放電加工機の放電加工電源装置。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】変更

【補正内容】

【0016】

【図8】を解決するための手段】本発明は、主直流電源と、該主直流電源よりも出力電圧が低い副直流電源を設け、スイッチング手段によって、上記主直流電源及び副直流電源より電極と被加工物間に電圧を印加して放電電流を流し、主直流電源による電圧印加を停止した後は上記副直流電源より電圧を印加して放電電流を保持させ、副直流電源からの電圧印加を停止した後、回路中に蓄積された副導エネルギーを上記主直流電源に帰還させるようにする。これにより、放電電流の立ち上がり急峻にし主直流電源からの電圧印加を停止したときのピーク電流値を副直流電源によって保持し、かつ、電圧印加が停止した後は副導エネルギーを主直流電源に帰還させることにより放電電流の立ち下がり急峻にして電極形状

状の放電パルス電流を得る。

フロントページの続き

(72)発明者 梶井 章博

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番  
地 ファナック株式会社内

(72)発明者

川原 章義

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番  
地 ファナック株式会社内